

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-286762

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl.

H04B 7/005
H04B 1/10
H04L 5/16
// H04L 27/34

(21)Application number : 11-087716

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 30.03.1999

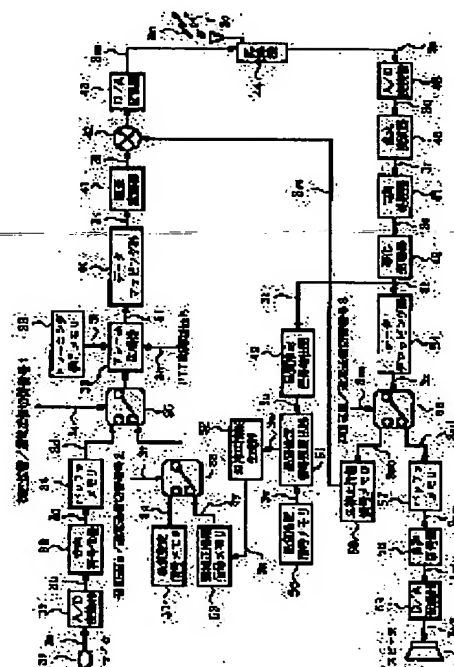
(72)Inventor : SATO FUMIAKI

(54) SEMI-DUPLEX COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the communication quality in a semi-duplex communication system.

SOLUTION: A radio unit 44 of a transmitter-receiver of one station transmits a quality estimate signal 3g having been stored in advance in a quality estimate memory 37 in a 1st communication timing to a transmitter-receiver of an opposite station, the transmitter-receiver of the opposite station allows a calculation section 51 to calculate distortion on the basis of the received quality estimate signal and a quality estimate signal having been stored in advance in its quality estimate signal memory 50 and same with the received quality estimate signal and a generator 52 generates a distortion correction information signal to cancel the distortion. The opposite station transmits the distortion correction information signal to its own station and a correction device 42 of its own station corrects the transmission data signal and transmits the corrected signal based on the distortion correction information signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-286762
(P2000-286762A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | ターレット* (参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| H 0 4 B 7/005 | | H 0 4 B 7/005 | 5 K 0 0 4 |
| 1/10 | | 1/10 | M 5 K 0 1 8 |
| H 0 4 L 5/16 | | H 0 4 L 5/16 | 5 K 0 4 6 |
| // H 0 4 L 27/34 | | 27/00 | E 5 K 0 5 2 |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-87716

(22) 出願日 平成11年 3 月30日 (1999. 3. 30)

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 佐藤 文明

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

(74) 代理人 100098132

弁理士 守山 辰雄

Fターム(参考) 5K004 AA08 JA03 JD02 JD04 JF04

5K018 AA04 BA03 CA06 GA01

5K046 AA05 EE16 EE42 EE51

5K052 AA00 BB01 CC06 DD03 EE17

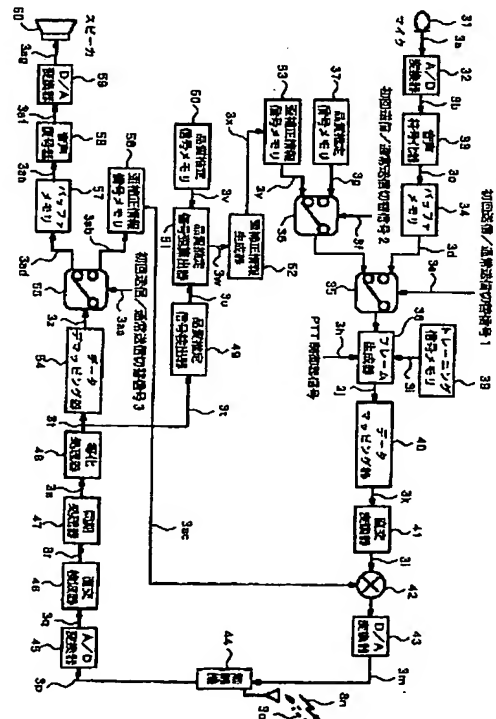
FF32 GG02

(54) 【発明の名称】 半二重通信システム

(57) 【要約】

【課題】 半二重通信システムにおいて通信品質を向上させる。

【解決手段】 自局の送受信機から、初回の通信タイミングで品質推定メモリ 37に予め保持した品質推定信号 3g を無線機 44 から送信し、相手局の送受信機では、受信した品質推定信号と品質推定信号メモリ 50 に予め保持した同一な品質推定信号とにより算出部 51 で歪を算出し、生成器 52 が歪を打ち消すための歪補正情報信号を生成する。歪補正情報信号は相手局から自局へ送信され、自局では、歪補正情報信号に基づいて補正器 42 で送信データ信号を予め補正して送信する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の送受信機と第 2 の送受信機との間で半二重通信方式でデータ通信を行う半二重通信システムにおいて、

第 1 の送受信機と第 2 の送受信機とに、同一の品質推定信号を予め保持した品質推定信号メモリをそれぞれ備え、

第 1 の送受信機に、

品質推定信号メモリに保持された品質推定信号を送信信号として第 2 の送受信機へ送信する品質推定信号送信手段を備え、

第 2 の送受信機に、

品質推定信号を受信する品質推定信号受信手段と、
受信した品質推定信号と自己のメモリに保持された品質推定信号とから送信信号に生じた歪を検出する歪算出手段と、

検出された歪に基づいて当該歪を打ち消すための歪補正情報信号を生成する歪補正情報生成手段と、

生成された歪補正情報信号を第 1 の送受信機へ送信する歪補正情報信号送信手段と、を備え、

更に、第 1 の送受信機に、

歪補正情報信号を受信する歪情報信号受信手段と、
送信するデータ信号を受信した歪補正情報信号に基づいて補正する歪補正手段と、を備えたことを特徴とする半二重通信システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の半二重通信システムにおいて、

第 1 の送受信機に、初回の送信タイミングにおいて品質推定信号メモリから品質推定信号を読み出させて、当該品質推定信号を品質推定信号送信手段から送信させる制御手段を備え、

第 2 の送受信機に、品質推定信号を受信した直後の送信タイミングにおいて当該品質推定信号に基づいて生成した歪補正情報信号を歪補正情報信号送信手段から送信させる制御手段を備えたことを特徴とする半二重通信システム。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の半二重通信システムにおいて、

第 1 の送受信機と第 2 の送受信機との間の通信は固定長の送信信号にトレーニング信号を付加したフレームで行い、

第 1 の送受信機では、制御手段により送信データ信号に代えて品質推定信号をフレームに含ませて品質推定信号送信手段から送信させ、

第 2 の送受信機では、制御手段により送信データ信号に代えて歪補正情報信号を歪補正情報信号送信手段から送信させることを特徴とする半二重通信システム。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の半二重通信システムにおいて、

第 1 の送受信機と第 2 の送受信機とは、信号を送受信す

る手段として無線通信手段をそれぞれ備え、

第 1 の送受信機と第 2 の送受信機との品質推定信号メモリには、無線通信部による通信処理で生ずる振幅歪を推定するための振幅歪推定信号を品質推定信号として保持し、

第 2 の送受信機では、受信した振幅歪推定信号と自己のメモリに保持された振幅歪推定信号とから歪算出手段が送信信号に生じた歪を検出し、検出された振幅歪に基づいて歪補正情報生成手段が当該歪を打ち消すための歪補正情報信号を生成することを特徴とする半二重通信システム。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の半二重通信システムにおいて、

第 1 の送受信機と第 2 の送受信機との品質推定信号メモリには、伝送路で生ずる送信信号の変動を推定するための伝送路状況推定信号を品質推定信号として保持し、

第 2 の送受信機では、受信した伝送路状況推定信号と自己のメモリに保持された伝送路状況推定信号とから歪算出手段が送信信号に生じた歪を検出し、検出された歪に基づいて歪補正情報生成手段が当該歪を打ち消すための歪補正情報信号を生成することを特徴とする半二重通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半二重通信方式で通信を行うシステムに関し、特に、無線機で発生する非線形歪や伝送路で発生するマルチパスの影響を軽減することにより通信品質を改善するため半二重通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】半二重通信方式は、例えば、PTT (Push to Talk、或いは、Press to Talk) 制御信号により通信を開始する方式であり、通話者のスイッチ操作により PTT 制御信号を発生させれば送信状態となり、スイッチ操作により PTT 制御信号を停止させれば受信状態になる方式である。従来の半二重通信システムの一例として、16 QAM 変復調器を有する音声通信システムを、その送信側装置（自局）の構成を示す図 3 と、その受信側装置（相手局）の構成を示す図 4 を参照して説明する。

【0003】まず、図 3 に示す自局において、マイク 1 から入力されたアナログ音声信号 1 a は A/D 変換器 2 によってデジタル信号 1 b に変換され、次に、音声符号化器 3 によってデータの符号化が行われ、符号化されたデジタル信号データ 1 c がバッファメモリ 4 に格納される。そして、自局の通話者のスイッチ操作によって PTT 制御器 5 から PTT 制御信号 1 d が送出されると、バッファメモリ 4 からフレーム生成器 6 へ任意の長さにより切り出された送信信号（デジタル信号データ）1 e が出力され、フレーム生成器 6 で該送信信号 1 e とトレーニ

ング信号メモリ 7 から出力されたトレーニング信号 1 f によってフレーム化が行われる。

【0004】フレーム化された信号 1 g はデータマッピング器 8 に入力され、4 ビットデータを 1 シンボルとした 16 値データに変換され、変換された 16 値データは符号化変調するために信号空間上にマッピングされ、変調側 I/Q 信号 1 h として出力される。そして、この変調側 I/Q 信号 1 h は直交変調器 9 で位相が $\pi/2$ 異なるキャリア周波数で直交変調処理され、ディジタル変調信号 1 i として出力され、このディジタル変調信号 1 i は D/A 変換器 10 で音声帯域信号 1 j に変換され、無線機 11 で使用する周波数帯域の無線機出力信号 1 k に変換されてアンテナ 12 から伝送路に送出される。

【0005】一方、図 4 に示す相手局においては、上記の自局無線機 11 から送出された無線機出力信号 1 k が当該相手局の無線機入力信号 2 a として無線機 21 で受信され、音声帯域信号 2 b に変換される。この音声帯域信号 2 b は A/D 変換器 22 によってディジタル受信信号 2 c に変換され、ディジタル受信信号 2 c は直交検波器 23 で直交検波処理された後、復調側 I/Q 信号 2 d として出力される。復調側 I/Q 信号 2 d は同期処理器 24 に入力され、フレーム同期・シンボル同期処理でデータの先頭を検出され、再構成されたフレームデータ 2 e として等化処理器 25 へ出力される。

【0006】等化処理器 25 では、当該相手局が予め備え持つ送受共通既知のトレーニング信号と、自局で付加されたトレーニング信号とを使用して、伝送路で受けた歪みの補償を行い、等化後 I/Q 信号 2 f を出力する。等化後 I/Q 信号 2 f はデータデマッピング器 26 に入力され、1 シンボルを 4 ビットとする信号 2 g に変換されて、バッファメモリ 27 に格納される。バッファメモリ出力信号 2 h は音声復号器 28 で音声復号処理されて再生音声信号 2 i として出力され、再生音声信号 2 i は D/A 変換器 29 によってアナログ音声信号 2 j に変換されてスピーカ 30 から出力される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記したシステムは既存のアナログ無線通信方式上で、符号化音声信号をモデムによって線形変調を行って伝送する方式であるが、従来ではアナログ音声信号を伝送するために使用されていたため、線形変調データの伝送を行うために最適であるとはいえなかった。

【0008】すなわち、無線機の AGC (Automatic Gain Control) やリミッタの振幅の変動によって発生する歪み、或いは、パワーアンプを非線形領域で使用する事により発生する非線形歪みなどによって線形変調したデータの振幅情報が失われてしまう場合がある。このような影響が考えられる既存のアナログ無線通信方式上では、マイク 1 や無線機 11、21 のパワーアンプの入出力レベルの調整を手動で行って或る程度以上の通信品質

を維持しているのが現状である。また、有線伝送路においても同様なことがいえるが、特に、無線伝送路では外乱の影響を受け易く、伝送において送信信号が変動して正常に通信できない事態も生ずる。

【0009】本発明は上記従来の事情に鑑みなされたもので、有線無線を問わず、半二重通信システムにおいて通信品質を向上させることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、第 1 の送受信機と第 2 の送受信機との間で半二重通信方式でデータ通信を行う半二重通信システムにおいて、第 1 の送受信機と第 2 の送受信機とそれぞれ備えた品質推定信号メモリに同一の品質推定信号を予め保持させている。まず、第 1 の送受信機で、品質推定信号送信手段により品質推定信号メモリに保持された品質推定信号を送信信号として第 2 の送受信機へ送信する。そして、第 2 の送受信機で、品質推定信号受信手段により品質推定信号を受信すると、歪算出手段により受信した品質推定信号と自己のメモリに保持された品質推定信号とから送信信号に生じた歪を検出し、歪補正情報生成手段により検出された歪に基づいて当該歪を打ち消すための歪補正情報信号を生成する。

【0011】そして、第 2 の送受信機の歪補正情報信号送信手段により、生成された歪補正情報信号を第 1 の送受信機へ送信し、第 1 の送受信機が、歪情報信号受信手段により当該歪補正情報信号を受信し、歪補正手段により当該歪補正情報信号に基づいて送信するデータ信号を補正する。したがって、第 1 の送受信機から以後送信されるデータ信号は、上記の歪を打ち消した状態で第 2 の送受信機で受信される。

【0012】また、本発明に係る半二重通信システムでは、通信開始時点、或る送信データのまとまりを単位として当該データの送信開始時点、予め設定した時間や送信回数の周期毎の初期時点等といった任意の初回送信タイミングで、第 1 の送受信機が、制御手段により品質推定信号メモリから品質推定信号を読み出させて、当該品質推定信号を品質推定信号送信手段から送信させる。そして、第 2 の送受信機では、制御手段により品質推定信号を受信した直後の送信タイミングにおいて当該品質推定信号に基づいて生成した歪補正情報信号を歪補正情報信号送信手段から送信させる。

【0013】また、本発明に係る半二重通信システムでは、第 1 の送受信機と第 2 の送受信機との間の通信は固定長の送信信号にトレーニング信号を付加したフレームで行い、第 1 の送受信機では、制御手段により送信データ信号に代えて品質推定信号をフレームに含ませて品質推定信号送信手段から送信させ、第 2 の送受信機では、制御手段により送信データ信号に代えて歪補正情報信号を歪補正情報信号送信手段から送信させる。

【0014】また、本発明に係る半二重通信システム

は、有線伝送路を介しての通信にも勿論適用されるが、好ましい態様として、第1の送受信機と第2の送受信機とは、信号を送受信する手段として無線通信手段をそれぞれ備えて無線通信を行う。そして、第1の送受信機と第2の送受信機との品質推定信号メモリには、無線通信部による通信処理で生ずる振幅歪を推定するための振幅歪推定信号を品質推定信号として保持し、第2の送受信機では、受信した振幅歪推定信号と自己のメモリに保持された振幅歪推定信号とから歪算出手段が送信信号に生じた歪を検出し、検出された振幅歪に基づいて歪補正情報生成手段が当該歪を打ち消すための歪補正情報信号を生成する。

【0015】また、本発明に係る半二重通信システムは、伝送歪の補正にも適用でき、第1の送受信機と第2の送受信機との品質推定信号メモリには、伝送路で生ずる送信信号の変動を推定するための伝送路状況推定信号を品質推定信号として保持し、第2の送受信機では、受信した伝送路状況推定信号と自己のメモリに保持された伝送路状況推定信号とから歪算出手段が送信信号に生じた歪を検出し、検出された歪に基づいて歪補正情報生成手段が当該歪を打ち消すための歪補正情報信号を生成する。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の半二重通信システムの一実施形態として、16QAM変復調器を有する音声通信システムを図1を参照して説明する。なお、本例のシステムでは送受信を行う双方の局が共に図1に示す構成を有する送受信機を使用して通信を行うものとする。また、以下の説明では、送信を開始した方の局（送受信機）を自局と称し、当該送信を受信して通信を開始する局（送受信機）を相手局と称している。

【0017】まず、自局の送信部において、マイク31から入力されたアナログ音声信号3aは、A/D変換器32によってデジタル信号3bに変換され、デジタル信号3bは音声符号化器33によって符号化が行われ、符号化データ信号3cはバッファメモリ34に格納される。自局に備えられた図外の制御部が自局における通信を管理しており、当該制御部が初回の送信時には、品質推定信号メモリ37に予め保持されている品質推定信号3gを該符号化データ信号3cに代えて送信するため、初回送信／通常送信切替信号3eによって切替器35を同図に示す位置に切り替え、初回送信／通常送信切替信号3fによって切替器36を同図に示す他方の位置に切り替え、品質推定信号メモリ37から品質推定信号3gをフレーム生成器38へ出力させる。

【0018】次いで、通話者のスイッチ（図外）の操作によって送出されるPTT制御信号3hにより、フレーム生成器38ではトレーニング信号メモリ39から出力されるトレーニング信号（本例では、ユニークワードUW）3iと品質推定信号3gとで図2のように構成さ

れたフレーム3jが生成され、当該フレーム信号3jがデータマッピング器40に出力される。データマッピング器40ではフレーム化された送信信号3jの4ビットデータを1シンボルとしたデータに変換し、符号化変調するために信号空間上にマッピングし、変調側I/Q信号3kとして出力する。この変調側I/Q信号3kは直交変調器41で互いの位相が $\pi/2$ 異なるキャリア周波数で直交変調処理され、ディジタル変調信号3lとして出力される。

【0019】このディジタル変調信号3lは、後述するように補正器として機能する乗算器42を介してD/A変換器43に入力され、D/A変換器43で音声帯域信号3mに変換される。そして、この音声帯域信号3mが無線機44で使用する周波数帯域の無線機出力信号3nに変換され、無線伝送路に送出される。

【0020】一方、相手局の受信部では、上記した自局の無線機44から送出された無線機出力信号3nを相手局無線機受信信号3oとして相手局無線機44で受信し、音声帯域信号3pに変換する。この音声帯域信号3pはA/D変換器45によってディジタル受信信号3qに変換され、直交検波器46に入力されて直交検波処理された後、復調側I/Q信号3rとして出力される。この復調側I/Q信号3rは同期処理器47に入力され、フレーム同期・シンボル同期処理でフレームの先頭を検出され、再構成されたフレームデータ3sを等化処理器48へ出力する。

【0021】等化処理器48では自局の送信部で付加されたトレーニング信号3iを使用して伝送路で受けた歪みの補償を行い、等化後受信信号3tを品質推定信号検出器49へ出力する。品質推定信号検出器49により、等化後受信信号3tから自局の送信部でフレームのデータ部に挿入された品質推定信号3gの検出が行われる。そして、検出された品質推定信号3uと品質推定信号メモリ50から読み出された品質推定信号3vが品質推定信号歪算器51に入力され、品質推定歪の算出が行なわれる。なお、この品質推定信号メモリ50には自局が送信した品質推定信号3gと同じ品質推定信号3vを予め記憶している。

【0022】これら両品質推定信号に基づいて品質推定信号歪算器51が算出した歪算出結果3wは歪補正情報生成器52に入力され、自局の無線機44での送信処理で発生する振幅歪みを打ち消す歪補正情報信号3xが生成され、歪補正情報信号メモリ53に格納される。このメモリ53に格納された歪補正情報信号は、相手局における次の送信タイミングで自局へ送信される。

【0023】すなわち、相手局の送信部では、品質推定信号を受信した直後の送信開始時に、歪補正情報信号メモリ53に格納された歪補正情報信号3yを上記した自局の送信部での処理と同様にして、バッファメモリ34に格納された送信データ信号の代わりに送信するため、

当該相手局の制御部（図外）が、初回送信／通常送信切替信号3eによって切替器35を同図に示す位置に切り替え、初回送信／通常送信切替信号3fによって切替器36を同図に示す位置に切り替えて、歪補正情報信号メモリ53から歪補正情報信号3yをフレーム生成器38へ出力させる。

【0024】そして、通話者のスイッチ（図外）の操作によって送出されるPTT制御信号3hにより、フレーム生成器38ではトレーニング信号メモリ39から出力されるトレーニング信号3iと歪補正情報信号3yとから図2のように構成されたフレーム3jを生成し、このフレーム信号3jを自局について上記したと同様にして無線機44から送信信号3nとして自局へ送信する。すなわち、相手局は、自局から送信された品質推定信号に基づいて受信信号の歪を補正するための情報を生成し、当該歪補正情報信号を自局に送り返すことによって、下記のように自局がデータ信号の次の送信処理を予め補正することが行われる。

【0025】一方、自局の受信部において、相手局の無線機44から送出された無線機出力信号3nは自局無線機受信信号3oとして自局無線機44で受信されて音声帯域信号3pに変換される。この音声帯域信号3pはA/D変換器45によってデジタル受信信号3qに変換され、直交検波器46に入力される。直交検波器46ではデジタル受信信号3qを直交検波処理した後、復調側I/Q信号3rを出力する。

【0026】この復調側I/Q信号3rは同期処理器47に入力され、フレーム同期・シンボル同期処理でフレームの先頭を検出し、再構成されたフレームデータ3sを等化処理器48へ出力する。等化処理器48では相手局の送信部で付加されたトレーニング信号3iを使用して、伝送路で受けた歪みの補償を行い、等化後受信信号3tをデータマッピング器54へ出力する。等化後受信信号3tはデータデマッピング器54で1シンボルが4ビットのデータに変換され、受信信号3zとして出力される。

【0027】自局の受信部の初回受信の場合には、制御手段からの初回受信／通常受信切替信号3aaによって切替器55が同図に示す位置とは他の位置に切り替えられ、受信信号zに含まれる歪補正情報信号3abが歪補正情報信号メモリ56に格納される。そして、自局の送信部において、制御部からの初回送信／通常送信切替信号3eによって、切替器35を通常送信を行う位置（同図に示す位置とは他の位置）に切り替え、バッファメモリ34をフレーム生成器38へ接続して、歪補正情報信号メモリ56から読み出した歪補正情報信号3acを用いた補正を加えて、通常のデータ送信処理を行う。

【0028】歪補正情報信号3acを用いた送信信号の補正は、直交変調後のデジタル変調信号3lに乗算器42で歪補正情報信号3acを乗算することによって行

われ、乗算することによって得られた補正後デジタル変調信号は、上記したと同様にしてD/A変換器43でアナログ変換され、無線機44から送信される。

【0029】そして、相手局の受信部において、制御手段からの初回受信／通常受信切替信号3aaによって切替器55がデマッピング後受信信号3zがバッファメモリ57に格納される位置に切り替えられ、切替器出力信号3adがバッファメモリ57に格納される。バッファメモリ57から出力された受信信号3aeは音声復号器58で音声復号処理され、再生音声信号3afとして出力される。再生音声信号3afはD/A変換器59によってアナログ音声信号3agに変換され、スピーカ60から出力される。

【0030】なお、上記の例では変復調方式として16QAMを用いたシステムを説明したが、本発明は、BPSK、QPSKその他の方式を用いたシステムでも実施することができ、上記と同様な作用効果を得ることができる。また、本発明は無線通信に限らず、有線通信にも適用することができ、上記と同様な作用効果を得ることができる。また、上記の例では品質推定信号を振幅歪を検出するための信号としたが、伝送路での信号の変動を推定するために信号としてもよく、このようにすれば、伝送路で生ずる歪を補正することができる。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、半二重通信システムにおいて、送受信共通の品質推定信号を利用し、自局で付加された品質推定信号を相手局で受信し、予め相手局の持つ品質推定との歪を検出、その歪情報を自局にフィードバックし、再度自局から送信する際に歪を打ち消す情報を付加することで、無線機で発生する非線形歪や伝送路で発生するマルチパスによる信号歪みの影響として軽減することができ、通信品質を向上させることができる。また、マイクや無線機でのパワーアンプの入出力レベルの調整を無くすることができる効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る半二重通信システムの構成図である。

【図2】 半二重通信システムの通信フレーム構成の一例を示す図である。

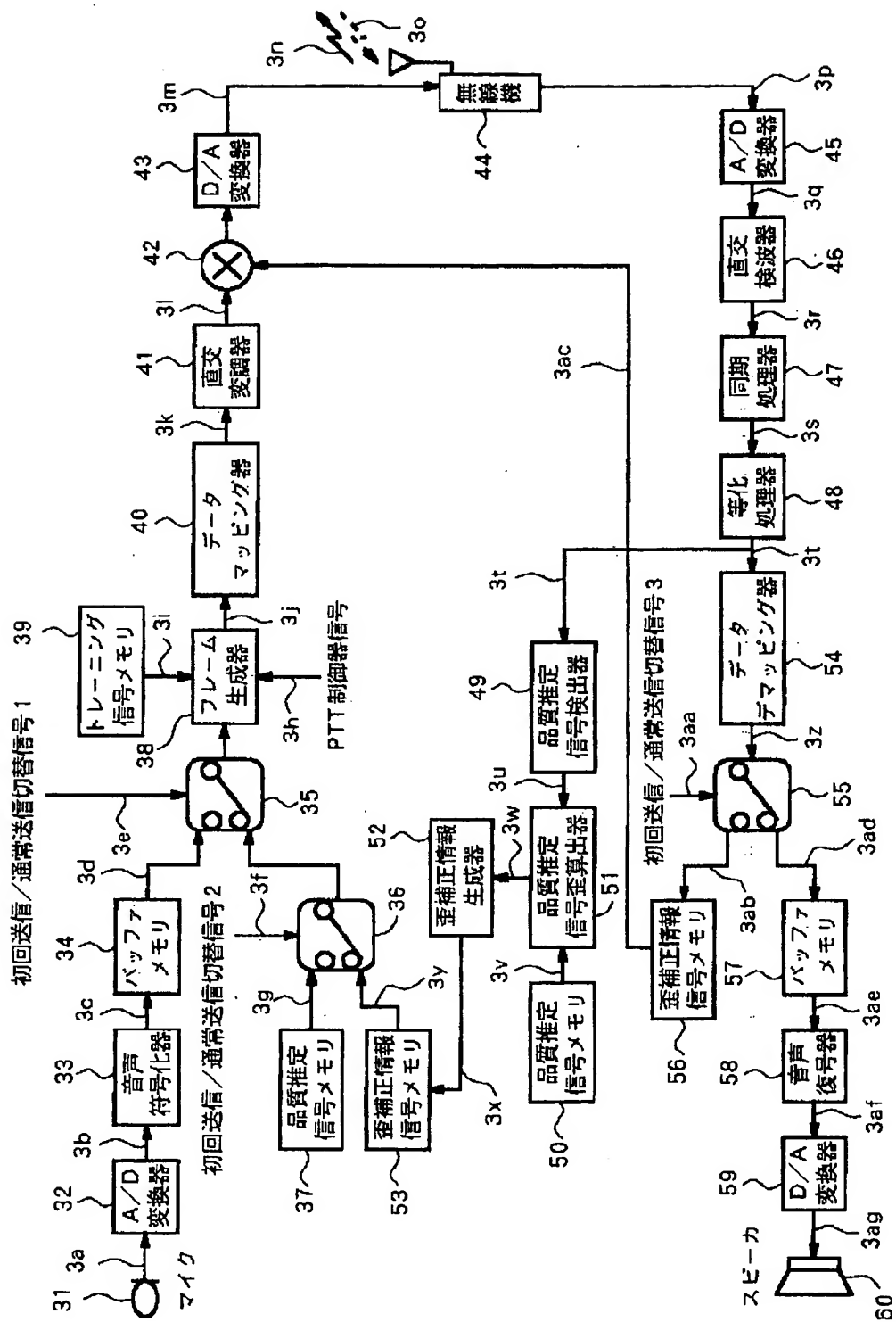
【図3】 従来の半二重通信システムの送信側の装置構成を示す図である。

【図4】 従来の半二重通信システムの受信側の装置構成を示す図である。

【符号の説明】

35、36、55：切替器、 37：品質推定信号メモリ、42：乗算器（補正器）、 44：無線機、49：品質推定信号検出器、 50：品質推定信号メモリ、51：品質推定信号歪算出器、 52：歪補正情報生成器、53：歪補正情報信号メモリ、 56：歪補正情報信号メモリ、

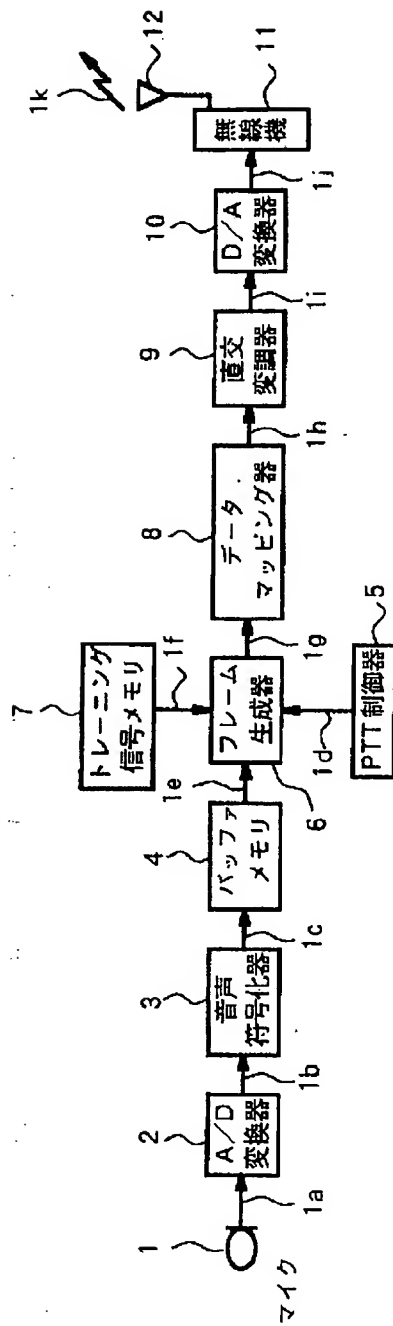
【図1】



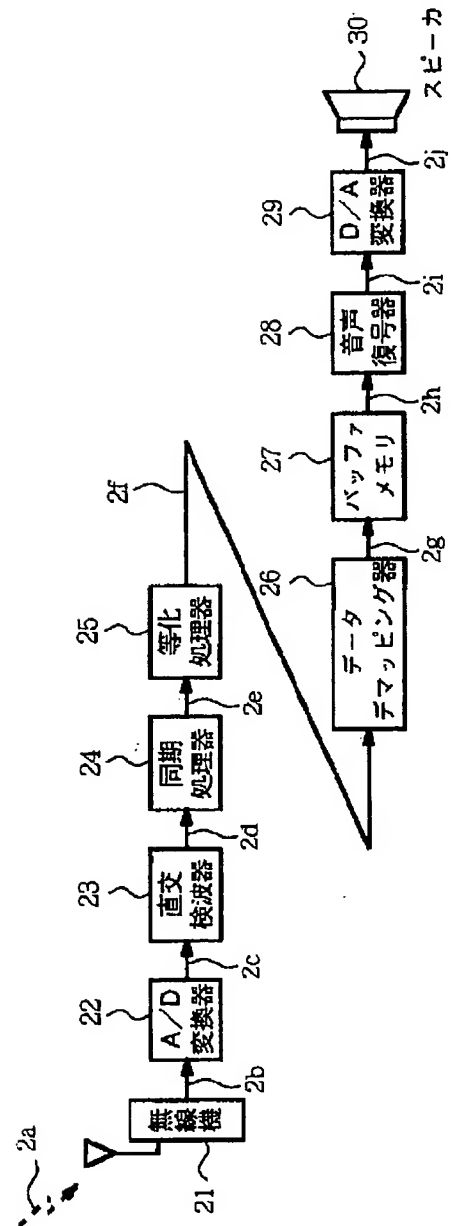
【図2】

| | |
|----|----------------|
| UW | 通常データまたは品質情報信号 |
|----|----------------|

【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)